



TITLE:

SATELLITE-BASED APPROACH FOR
MONITORING AND MAPPING THE
SUBMERGED AQUATIC VEGETATION IN THE
EUTROPHIC SHALLOW BASIN OF LAKE BIWA,
JAPAN(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Yadav, Shweta

CITATION:

Yadav, Shweta. SATELLITE-BASED APPROACH FOR MONITORING AND MAPPING THE SUBMERGED AQUATIC VEGETATION IN THE EUTROPHIC SHALLOW BASIN OF LAKE BIWA, JAPAN. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-09-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20694>

RIGHT:

許諾条件により本文は2018-09-24に公開

京都大学	博士（工 学）	氏名	YADAV SHWETA
論文題目	SATELLITE-BASED APPROACH FOR MONITORING AND MAPPING THE SUBMERGED AQUATIC VEGETATION IN THE EUTROPHIC SHALLOW BASIN OF LAKE BIWA, JAPAN (琵琶湖の富栄養化浅層湖盆における水生植物のモニタリングおよびマッピングのための衛星データの利用)		
(論文内容の要旨)			
<p>This dissertation presents the satellite-based approach for monitoring and mapping the Submerged Aquatic Vegetation (SAV) in the shallow eutrophic basin of Lake Biwa, Japan.</p> <p>Chapter1: Gives the research background of the present study, which also highlights the main purpose of the study including the research objectives, study area description, and research approach.</p> <p>Chapter 2: A detailed literature review related to the limnology and the remote sensing is presented in this chapter. Review of the past research work conducted on the SAV, giving the details of the methods used in the monitoring of SAV. Furthermore, the chapter provides the detail description of SAV species, optical remote sensing of water, SAV mapping and monitoring requirements using remote sensing approach.</p> <p>Chapter 3: This chapter deals with the SAV detection depth estimation using the satellite image (i.e., Landsat-8 in this study). The detection depth of two SAV species Potamogeton Maackianus (native specie) and Egeria Densa (alien specie) was estimated using the Bio-Optical model and in-situ measurements. The Bio-Optical model was used to simulate the SAV species reflectance at four different scenarios (i.e., clear water, chlorophyll dominated water, non-phytoplankton (NPSS) dominated water, and colored dissolved organic matter (cDOM)). The dominant optically active components (OAC) influencing the SAV detection in the water was identified. In addition, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was estimated for simulated scenarios. The SAV species detection was then estimated using the different threshold values of NDVI (0.0, mean, minimum). The phytoplankton and NPSS were identified as the dominant OAC. The detection depth of SAV obtained in this study is 0.1 m to 1 m, whereas, the detection depth reduces to <0.3 m when chlorophyll > 20μg/L and <0.2 m when NPSS> 10 mg/L.</p> <p>Chapter 4: Deals with the mapping of the optically active components using the satellite remote sensing approach. Initially, this study shows the water quality analysis, laboratory experiment, and in-situ measurement data. Later part of the study shows the development of new Spectral Decomposition Algorithm for the estimation of the OAC (i.e., chlorophyll-a in this study) concentration in the shallow eutrophic lake. The Landsat-8 band combination of blue (band-2), green (band-3), red (band-4) and NIR (band-5) gave the best result for chlorophyll-a estimation model ($R^2 = 0.83$) with an overall RMSE of 6.15 μg/L (2014; 29 locations) and 6.28 μg/L (2016 surveyed location) gives an $R^2 = 0.78$. Result also shows the increased chlorophyll concentration (>90 μg/L) in the 2013 and 2016, then 2014 and 2015 (<80 μg/L). Furthermore, a satellite-based water transparency retrieval algorithm was developed to estimate the water clarity (i.e., optical depth) in the lake. Developed water transparency retrieval algorithm gave the best result with</p>			

京都大学	博士（工 学）	氏名	YADAV SHWETA
<p>Landsat-8 depth invariant green and red band ($R^2 = 0.77$) and an overall RMSE of 0.38 m. Maximum water transparency obtained is in 2014 (6.4 m) with chlorophyll-a concentration, followed by 2016 (5.5 m), 2015 (5.1 m) and 2013 (3.7 m).</p> <p>Chapter 5: Shows the mapping of the SAV distribution and its biomass using the satellite remote sensing (i.e., Landsat-8 image) for SAV growth period in September-October (2013-2016). The chapter gives the details about the classification techniques used to isolate the SAV pixels from the other turbid water pixel. The techniques involved in the SAV classification are the Spectral Mixture Analysis (SMA), Spectral Angle Mapper (SAM), Minimum Noise Fraction (MNF) transformation, Binary Decision Tree along with NIR, SWIR and NDVI bands. The Submerged Aquatic Vegetation (SAV) classified in the eutrophic lake with an overall accuracy of 84.6% and the user accuracy of 74.6% using a Landsat-8 image. SAV Classification accuracy achieved for other years are: 70.5% (October 2013), 76.4% (September 2015) and 82.3% (September 2016). In addition, the developed new Spectral Decomposition algorithm was used to estimate the SAV biomass for the classified pixels. The biomass estimation model gave the R^2 of 0.79 for the SAV classified area with an overall RMSE 0.26 kg DW m⁻² (2014) and 0.013 kg DW m⁻² (2016 surveyed locations). The estimated SAV biomass for detected pixels is 3390 ton (2013), 3919 ton (2014), 5242 ton (2015), and 4550 ton (2016). The study shows that the developed SAV biomass estimation approach is successfully applied for the eutrophic shallow basin for SAV biomass estimation and could be tested on the other shallow lake using the satellite image.</p> <p>Chapter 6: Gives the important findings of the study and highlights the detailed conclusion drawn from the obtained results in Chapter 3, Chapter 4 and Chapter 5. Furthermore, the future recommendations are also given in this chapter.</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、Landsat-8 衛星画像データを用いて、琵琶湖南湖における水中水生植物 (SAV) の植生域とバイオマス量を推定する手法について検討したものであり、特に 2013 年～2016 年の SAV 量の変化について検討したものである。得られた主な成果は以下のとおりである。

- 1) 琵琶湖南湖の透明度を、Landsat-8 衛星データの相対的に水深に依存しない反射成分であるバンド 2 とバンド 3 を用いて推定するアルゴリズムを開発し、相対誤差 11%程度の精度で推定できることを示した。また、同様にバンド 2 からバンド 5 までの成分の組み合わせで琵琶湖南湖におけるクロロフィル濃度を推定するためのアルゴリズムを開発し、相対誤差数%から数十%程度の精度で推定可能であることを示した。
- 2) Landsat-8 衛星画像データを用いてある程度富栄養化した琵琶湖南湖における SAV の分布を、スペクトルミクスチャー解析、スペクトル角マッパー、二分決定木解析、といった手法を用いて推定する新しい解析アルゴリズムを開発した。これを 2013 年～2016 年の SAV の繁茂期に当たる 9 月から 10 月のデータに適用し、実測データと比較して 84.6%程度の精度で水生植物を認識できることが、さらに抽水植物、浮水植物、沈水植物の分類も 70～80%程度の精度で可能であることを示した。
- 3) 衛星画像のスペクトル分解アルゴリズムを利用したバイオマスモデルを用いて、SAV 認識領域のバイオマス量を推定した結果、琵琶湖南湖の透明度の減少に対応して SAV は増殖傾向を示し、SAV 分布域は 2013 年の 20%から 2016 年の 40%に倍増したこと、推定された SAV バイオマス総量は乾燥重量で 2013 年の 3390 トンから 2016 年の 4550 トンに増加したことなどが明らかとなり、開発したアルゴリズムは SAV バイオマス量の推定に有効に機能することを示した。

以上のように本論文は、湖沼生態系の陸水学的指標である SAV 量の広域分布を、比較的簡単な方法で効率的に推定する方法を提案するものであり、湖沼水質と生態系の管理方法確立のために大きく貢献するものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 29 年 8 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。